

Influência do azoto amoniacal na emergência de *Striga asiatica* em milho (Planalto Central de Angola)

Nitrogen effect on *Striga asiatica* emergence in maize (Planalto Central of Angola)

António Chicapa Dovala¹ e Ana Monteiro²

¹ Instituto de Investigação Agronómica, Caixa Postal 406, Chianga, Huambo, Angola

² Centro de Botânica Aplicada à Agricultura, Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa, Portugal. E-mail: anamonteiro@isa.ulisboa.pt, author for correspondence

Recebido/Received: 2013.11.07

Aceitação/Accepted: 2013.12.10

RESUMO

Os objetivos do trabalho consistiram em avaliar o efeito do azoto na emergência da infestante parasita *Striga asiatica* e no rendimento do milho (*Zea mays*) SAM3 ('Sintético Amarelo Maria', 3ª geração). Foram desenvolvidos ensaios em explorações de agricultores infestadas e não infestadas pela parasita, com diferentes teores de azoto, forma amoniacal, entre 2008 e 2010, na Chianga, Huambo. Os ensaios foram delineados em blocos casualizados, com quatro repetições, nas seguintes modalidades: testemunha sem azoto (Nzero), 30 (N30), 60 (N60), 90 (N90), 120 (N 120) kg N/ha.

Adubação azotada apresentou um efeito positivo e altamente significativo no que concerne à altura das plantas de milho, no número de espigas e produção de grão. O número de plantas de *Striga* por m² diminuiu com o aumento da dose de azoto. Verificaram-se diferenças altamente significativas entre a testemunha e todas as modalidades de azoto e também entre estas. Adições de azoto iguais ou superiores a 90 unidades por hectare inibiram quase totalmente a emergência da planta parasita. Verificou-se uma correlação negativa (inversa) altamente significativa entre o número de espigas e o número de plantas de *S. asiatica* por metro quadrado. Conclusão, o aumento da fertilidade dos solos, especialmente o teor de azoto, implica aumentos no rendimento do milho e diminui a emergência da planta parasita *Striga asiatica*.

Palavras-chave: *Zea mays* L., azoto, infestante, planta parasita, gestão de infestantes

ABSTRACT

Influence of different levels of nitrogen fertilizer on maize to control *Striga asiatica* in maize (*Zea mays* cv. SAM3) was studied in farmer's fields, Chianga, Huambo, between 2008 to 2010. The experiment was laid out in complete randomized design with 4 repetitions. Nitrogen levels were: (0 (Nzero), 30 (N30), 60 (N60), 90 (N90), 120 (N 120) kg N/ha). Results showed that soil nitrogen addition had a significant and positive effect on maize height, ear number and yield. *S. asiatica* plants per m² decreased with nitrogen increase dose and N(90) induced highest suicidal germination of *Striga*. A significant and negative correlation between the number of *S. asiatica* and the number of maize ears was observed. Conclusion, increasing soil fertility, especially soils nitrogen content, give high crop yields and contribute to decreased *S. asiatica* emergence.

Key words: *Zea mays* L., nitrogen, weed, parasitic plant, weed management

Introdução

Indiscutivelmente, o milho é uma das principais culturas alimentares em África. A falta de milho significa ausência de comida para a grande maioria das populações deste Continente. Todavia, a sua produtividade atual é baixa, aproximadamente 1800 kg/ha (Abate *et al.*, 2012), em comparação com o seu potencial genético. No caso de Angola, os rendimentos são muito baixos, cerca de 600 kg/ha (Dovala *et al.*, 2006; Henriques, 2008; Henriques *et al.*, 2010a; Henriques *et al.*, 2010b; Dovala e Monteiro, 2013), devido à ocorrência de infestantes, doenças, pragas, incluindo pássaros, e danos provocados por agentes abióticos.

A baixa fertilidade dos solos, especialmente as deficiências de azoto (N) e fósforo (P), está reconhecida como uma das principais causas biofísicas para o declínio da produção alimentar per capita na África subsaariana (Sanchez e Jama, 2002). Do ponto de vista agronómico, entre os constrangimentos mais importantes para a sua produção estão apontados a seca, a baixa fertilidade dos solos e a incidência de *Striga* (Mkhabela e Pali-Shikhulu, 2001; Parker, 2009; Cardoso *et al.*, 2011; Atera *et al.*, 2011; 2012; 2013). Kabambe *et al.* (2008) referiram que a presença de plantas de *Striga* é um indicativo ou sinal de baixa fertilidade ou de solos depauperados. É de salientar que o milho não é nativo de África, por isso a sua tolerância/resistência às ervas daninhas e particularmente à infestantes parasitas, caso de *Striga*, é muito fraca (Buckler e Stevens, 2006).

O azoto exerce grande influência no crescimento e vigor das plantas de milho e, consequentemente, na formação, número e tamanho de espigas (Cassman *et al.*, 2002; Veen, 2007). O milho necessita de azoto e fósforo logo após a germinação para a formação do caule, folhas e estruturas reprodutivas, inflorescências femininas (espigas) e masculinas (panícula). De acordo com Jones (1985), a carência de azoto entre a segunda e sexta semana após a sementeira afeta negativamente o rendimento potencial. Todavia, as necessidades de azoto são maiores antes da formação das estruturas reprodutivas. Aplicações de azoto em cobertura asseguram que o fertilizante estará disponível durante o período de maior exigência. Perante infestações de *Striga* a sua falta pode limitar as colheitas incluindo o aborto das cariopses (Pieterse e Pesch, 1983). O milho cultivado em solos com baixa fertilidade é mais vulnerável à *Striga* do que em solos com boa fertilidade (Sauerborn *et al.*, 2007; Manyong *et al.*, 2008; Badu-Apraku *et al.*, 2010; De Groote *et al.*, 2010; Cardoso *et al.*, 2011; Reinhardt e Tesfamichael, 2011).

Em África, há mais de 50 anos que se desenvolvem programas para encontrar métodos expeditos de gestão de *Striga*, em particular práticas agronómicas (Parker, 2012). A espécie *Striga asiatica* (L.) Kuntze, ou pequeno-feiticeiro, é uma infestante parasita que ataca milho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), e “massango” (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). Os prejuízos causados pela planta parasita no rendimento do milho podem variar entre 15 e 100% (Ransom *et al.*, 2012). Hassan *et al.* (1995) consideraram que plantas parasita do género *Striga* podem reduzir os rendimentos quase a zero e provocar o abandono dos respetivos campos pelos pequenos agricultores. As perdas dependem do grau de infestação por *Striga*, da fertilidade do solo, das condições climáticas e do genótipo do milho (Abunyewa e Padi, 2003; Oswald e Ramsom, 2004).

Parker (1983) referiu-se que várias espécies de *Striga* foram reconhecidas como plantas-parasita muito severas, no longínquo ano de 1900, na Índia e na África. Na década de cinquenta a espécie *S. asiatica* foi introduzida nos EUA. Burt-Davey (1905), na África Austral, descreveu capins-feiticeiros nas “Notas de Botânica do Gazeta Agrícola do Transvaal” reconhecendo-as como espécies de plantas-parasita. Diversos trabalhos sobre métodos de controlo, incluindo práticas agronómicas e culturais, como por exemplo, o uso de adubos e rotações foram referidos por Pearson (1913). Trabalhos de investigação subsequentes evidenciaram que as rotações, as culturas-armadilha, designadamente sorgo e capim-Sudão, bem como adubos azotados à base de nitratos conduziam a resultados satisfatórios no controlo de *Striga* (Timson, 1981).

Na realidade, tudo indica que os solos degradados cuja fertilidade natural é muito reduzida, especialmente pobres em azoto, com baixos teores em matéria orgânica e capacidade de retenção de água, estão associados diretamente às fracas colheitas de cereais e estimulam o poder de germinação de *Striga*, a sua floração e produção de sementes, assim como prolongam a sua viabilidade no solo (Gacheru e Rao, 2001; Abunyewa e Padi, 2003; Sjögren *et al.*, 2010).

Diversos trabalhos realizados no Quênia (Mumera e Below, 1993, 1996) e na Nigéria (Kim e Adetimirin, 1997) referem que, dependendo do nível de fertilidade natural do solo, doses de azoto de 30, 60 e 90 kg ha⁻¹ foram eficazes no controlo de *Striga*. Porém, Kim *et al.* (1997) indicaram doses de azoto entre 120 e 280 kg/ha para o mesmo efeito. Berner *et al.* (1997) também recomendaram doses de aplicação relativamente baixas, situados entre 60-90 kg de azoto por hectare. Esilaba *et al.* (2000) reportaram a minimiza-

ção de emergência de *Striga* com 120 kg ha⁻¹ de azoto. Oswald *et al.* (2002) sugerem que doses elevadas de azoto são indicadas para os solos arenosos e para severas infestações de *Striga*, enquanto as doses baixas para solos relativamente férteis. Farina *et al.* (1985) referiu que doses de 60, 120 e 180 kg/ ha⁻¹ de azoto (N) terem reduziram significativamente a incidência de *S. asiatica*, na cultura do milho, na África do Sul. No mesmo país, Reinhardt e Tesfamichael (2011), registaram altos rendimentos e nula emergência de *Striga* com doses de 100 kg/ ha⁻¹ de azoto, em consociação de sorgo com *Desmodium*. Para a obtenção de resultados satisfatórios deve-se ter em conta a época, forma e método de aplicação do azoto e fertilidade do solo (Vetsch e Randall, 2004). No que respeita à época, um terço da dose deve ser aplicada na sementeira e a outra parte em cobertura. Assim, todo o trabalho que visa o controlo de *Striga* deve começar por formular o problema do aumento da fertilidade do solo ou da recuperação do seu fundo natural de fertilidade, sendo as adubações azotadas as que mais têm sido referenciadas para o efeito (Ikje *et al.*, 2007; Duflo *et al.*, 2008; Hearne, 2009; De Groote *et al.*, 2010; Sjögren *et al.*, 2010; Gacheru e Rao, 2001; Jamil *et al.*, 2012).

A forma rápida de fornecer azoto é a partir de fertilizantes minerais. Deste modo, no Planalto Central e não só, as adubações químicas são indispensáveis tendo em vista a resolução simultânea do problema da pobreza dos solos e das infestações de *Striga*.

Nesta perspetiva, foram desenvolvidos dois ensaios, dois em parcelas infestadas por *S. asiatica*, para avaliar o efeito de diferentes teores de azoto, forma amoniacal, na emergência da parasita e no rendimento do milho e, um terceiro, numa parcela sem a presença da infestante, para avaliar o efeito de diferentes teores de azoto apenas no rendimento do milho, sempre com a cv. 'SAM3'.

Materiais e Métodos

Os ensaios foram instalados em três parcelas numa exploração particular situada a 3 km a norte da Chianga, 10 km a nordeste da cidade do Huambo, capital da província com o mesmo nome, latitude 12° 44' S e longitude 15° 50' E, 1 750 m de altitude. O solo está classificado como ferralítico, é arenoso com um pH (H₂O) 5,2 (análise efetuada no Laboratório de Solos do IIA e Laboratório de Análise de Solos da Universidade de Hawaii - EUA, comunicação pessoal). Nas parcelas infestadas por *S. asiatica* a densidade média da parasita foi de 25 plantas m⁻² nos últimos cinco anos.

O clima da região é tropical com uma temperatura média anual de 19 °C e temperaturas mínimas muito acentuadas, nos meses de cacimbo (Maio a Agosto), com céu limpo, elevada evapotranspiração potencial e reduzido grau higrométrico do ar durante o dia. A humidade relativa média anual é inferior a 80%. A precipitação média é de 1 400 mm em todo o Planalto Central e concentrada no período de Outubro a Abril, com intercalação dum curto período seco. Frequentemente, as quedas pluviométricas ocorrem com extrema violência, provocando fenómenos erosivos bastante graves em todos os solos desnudados, em especial nos ocupados com culturas que obrigam à tomada de medidas de defesa contra a erosão. O verdadeiro período seco vai de Maio a Setembro, registado na Estação Meteorológica da Chianga (Quadro 1).

Os ensaios foram delineados em blocos casualizados no que concerne ao fator adubação azotada de cobertura com as seguintes modalidades – testemunha sem azoto (Nzero), quer na adubação de fundo quer de cobertura, e com três (1º ensaio) ou quatro (2º ensaio) modalidades de adubação de cobertura, 30 (N30), 60 (N60), 90 (N90), 120 (N 120) kg/ ha, - com quatro repetições. Todas as modalidades azotadas beneficiaram ainda de uma adubação de fundo com um adubo composto com 12% de azoto, 24% de fósforo e 12% de potássio, abreviadamente NPK 12:24:12, na dose de 300 kg/ha. A modalidade testemunha não levou nenhuma unidade de azoto para representar a situação corrente praticada pelos agricultores. Escolheu-se a variedade de milho (*Zea mays* L.) SAM3 ('Sintético Amarelo Maria', 3ª geração), por ser a mais usada na região.

Cada parcela constava de cinco linhas com 5 m de comprimento, e um compasso de 0,75 x 0,25 m (área da parcela = 15 m²), 42 plantas por linha, o que corresponde a 112 000 plantas de milho por hectare. Os blocos e as parcelas estavam separados entre si por intervalos de 1,5 m. As medições foram efetuadas nas três linhas centrais. A sementeira do ensaio de 2008/09 foi efectuada a 29 de Novembro e a dos ensaios de 2009/2010 a 23 de Outubro de 2009. A emergência do milho teve início sete dias depois da sementeira tendo continuado até ao décimo quinto dia. A colheita foi efetuada cinco meses após a sementeira, isto é, a 8 de Maio de 2009 e a 5 de Abril de 2010, respectivamente.

Antes da sementeira procedeu-se a uma lavoura com uma charrua de discos acoplada a um trator de 80 HP e duas gradagens cruzadas. Na véspera da sementeira foi ainda realizado o destorroamento com enxadas, assim como a limpeza de todo o raizame remanescente. A fertilização de fundo e a sementeira

Quadro 1 – Precipitação mensal (mm) registada na Chianga, Huambo, no período de 2008-2012 (Posto Meteorológico da Chianga).

Mês \ Ano	2008	2009	2010	2011	2012
Janeiro	97,4	182,0	208,0	94,9	204,2
Fevereiro	195,2	277,1	204,3	360,3	331,3
Março	292,6	288,3	256,9	267,9	195,7
Abril	107,9	123,5	199,2	136,5	15,1
Maio	58,9	40,5	23,8	1,6	0
Junho	0	0	0	0	0
Julho	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	2,8
Setembro	0	47,2	5,9	0	-
Outubro	119,5	109	91,9	62	-
Novembro	328,1	209,6	243,7	162	-
Dezembro	193,5	209,9	276,3	190,4	-
Total do ano	1393,1	1487,1	1510,0	1375,6	749,1

foram realizados no mesmo dia, manualmente. Na fertilização de fundo e na sementeira adotaram-se os procedimentos referidos por Abunyewa e Padi (2003) e Mumera e Below (1993), com ligeiras alterações. O fertilizante distribuído superficialmente na linha foi incorporado antes do lançamento da semente.

Por cada covacho foram colocadas três sementes, deixando-se, ao desbaste - 45 dias após a sementeira -, duas plantas por covacho. Depois do desbaste, procedeu-se à aplicação do sulfato de amónio a 21% N, nas doses previamente estabelecidas. No final da distribuição, de imediato, o adubo foi incorporado no solo, tendo sido realizada em simultâneo a sacha e amontoa, para reduzir ao mínimo a intervenção nas parcelas para que a emergência das plantas de *Striga* não sofresse qualquer perturbação. Depois da primeira sacha, o campo de ensaio foi mantido limpo de outras infestantes do milho através de mondas manuais. Uma vez que a cultura decorreu no período de chuvas não foi necessário irrigar. Cinco meses após a sementeira, as três linhas centrais do milho foram colhidas. Concluída a colheita, o milho foi submetido à secagem durante uma semana, ao ar livre. Posteriormente efetuaram-se as pesagens do grão das áreas úteis de cada parcela.

Após colheita e secagem foram feitas as pesagens da produção de grão por hectare da cultura. No primeiro ensaio procedeu-se ainda à percentagem de emergência do milho, à altura do caule até ao ponto de inserção da espiga e ao número de espigas. A medição da altura do caule até ao ponto de inserção da espiga foi iniciada aos 100 dias após a sementeira, isto é, quando mais de 50% de plantas das parcelas azotadas apresentavam flores.

Nos dois ensaios, a contagem do número de plantas de *Striga* por metro quadrado e por modalidade realizou-se na 13ª semana após a sementeira do milho, época do ciclo vegetativo da cultura em que não ocorrem, em geral, mais emergências da planta parasita na região.

Análise de dados

Todos os dados foram tratados estatisticamente através da análise de variância a um fator, ANOVA, com um nível de significância de 5%, algumas variáveis foram correlacionadas, recorrendo ao programa estatístico STATIX 9.

Resultados e Discussão

Os resultados sobre a influência da aplicação de azoto na emergência, crescimento, formação de espigas e rendimento do milho (*Zea mays* L. cv. 'SAM3') e número de plantas de *Striga asiatica* por m² sem e com 30, 60 e 90 kg ha⁻¹ de azoto obtidos no ensaio realizado em 2008 apresentam-se no Quadro 2. Verificou-se que a adição de azoto ao solo não teve efeito significativo na emergência do milho. A emergência rondou os 88% quer nas modalidades azotadas quer na modalidade testemunha (Nzero). Isto significa que tanto o adubo como a presença de sementes de *Striga asiatica* no banco de germoplasma do solo parecem não influenciar a emergência do milho. Todavia a adubação azotada apresentou um efeito positivo e altamente significativo no que concerne à

altura das plantas de milho, até ao ponto de inserção da espiga, e na formação de espigas (Quadro 2). Nas três modalidades azotadas, a altura das plantas e o número de espigas duplicou em comparação com a testemunha. Não se verificaram diferenças entre as três modalidades com azoto. Porém, é de salientar que no presente ensaio se verificou um ligeiro atraso na maturação das espigas da modalidade com 90 kg ha⁻¹ de N em relação às outras modalidades.

Relativamente à produtividade registaram-se diferenças altamente significativas entre as quatro modalidades (Quadro 2). A testemunha com uma produção de apenas 150 kg ha⁻¹ é alarmante. Apesar do número quase igual de espigas nas três modalidades adubadas verificou-se uma variação significativa no peso do grão. As produções situaram-se entre 1000 a 1800 kg ha⁻¹. No Quadro 2 observa-se também variação das produções entre as modalidades.

Constata-se que o número de espigas é diretamente proporcional ao peso em grão, na modalidade testemunha, onde a produção por hectare foi inferior a 200 kg. Perante infestações de *Striga*, esta é a realidade das colheitas naquela localidade e na região, no sector camponês.

A modalidade N30 (30 kg ha⁻¹ de azoto) apresentou uma produção inferior (1100 kg ha⁻¹), em relação às modalidades azotadas N60 e N90, no entanto, aumentou substancialmente a produção em relação à testemunha, o que é explicado pela dupla aptidão do azoto em elevar o nível de fertilidade do solo e de controlar a *Striga* (Drennan e El Hiweris, 1979); Manyong *et al.*, 2008; Sjögren *et al.*, 2010; Reinhardt e Tesfamichael, 2011). O azoto reduz a produção, pelo hospedeiro, de estimulantes indutores da germinação de *Striga asiatica* e promove o seu desenvolvimento vegetativo (Gacheru e Rao, 2001).

Por vezes, doses elevadas de azoto, em particular quando este é aplicado sob a forma de sulfato de amónio, podem levar à morte de algumas plantas, pois com esta forma azotada há um aumento do nível de acidez do solo (Barak *et al.*, 1997; Lungu *et al.*, 2008).

Por outro lado, o excesso de azoto também pode aumentar a matéria verde em detrimento da formação do grão, podendo muitas vezes causar a acama das plantas de milho. Estas são as razões plausíveis que justificam o facto da produção obtida com a dose de 90 kg ha⁻¹ de azoto ser inferior à de 60 kg ha⁻¹. Salienta-se ainda que todas as formulações de adubo azotado têm efeitos inibidores na emergência de *Striga asiatica*, com destaque para a ureia (Ikje *et al.*, 2007).

O número de espigas por unidade de área decresceu com o número de plantas de *S. asiatica*. Neste estudo verificou-se que o efeito foi mais depressivo quando a densidade da planta parasita era superior a 8-10 plantas m⁻² (Quadro 2). Embora se tenham registado plantas da parasita nas parcelas adubadas (9, 5 e <2 plantas m⁻², nas modalidades N30, N60 e N90, respetivamente), a sua presença não afetou com tanta gravidade a formação de espigas. A disponibilidade de azoto parece que atenuou os efeitos devidos ao parasitismo. Berner *et al.* (1995) referiram que o aumento da dose de azoto pode não ter um efeito direto sobre controlo de *Striga asiatica* mas tem outros benefícios como, por exemplo, o aumento do rendimento.

No ensaio realizado em 2009, em solo com e sem a presença da parasita e nas modalidades sem azoto e com 12, 30, 60, 90 e 120 kg/ha de azoto (Fig. 1), a adubação azotada induziu igualmente um aumento altamente significativo do rendimento do milho cv. 'SAM3', quer em solo infestando por *S. asiatica* (23 ± 2 plantas m⁻², na testemunha) quer na ausência total da parasita. Mas os aumentos no rendimento do milho foram sempre significativamente superiores na ausência da parasita, por exemplo sem azoto, testemunha, o rendimento do milho foi de 82 ± 8,8 kg ha⁻¹ nas parcelas infestadas e 218 ± 46,9 kg ha⁻¹ na ausência da infestante (Fig. 1). Ou seja, verificou-se uma correlação altamente positiva entre a adição de azoto e o rendimento do milho (Fig. 2). Os resultados foram semelhantes aos obtidos por Henriques *et al.* (2010b), que verificaram um incremento nos benefícios *vs.* custo para a adubação azotada.

Quadro 2 – Influência da aplicação de azoto na emergência, crescimento, formação de espigas e rendimento do milho (*Zea mays* L. cv 'SAM3') e no número de plantas de *Striga asiatica* por m², no ensaio de 2008. Nzero – Testemunha sem azoto; N30 – 30 kg ha⁻¹, N60 – 60 kg ha⁻¹ e N90 – 90 kg ha⁻¹ de azoto.

Azoto (kg/ha)	Emergência do milho (%)	Altura do milho até à espiga (cm)	Espigas (n°)	Rendimento (kg/ha)	<i>Striga asiatica</i> (n° pl/m ²)
Nzero	90,4 (2,21)	27,8 (3,38)	8,8 (0,96)	153,1 (10,5) d	14,8 (1,55) a
N30	90,3 (1,27)	66,3 (4,61)	21,4 (1,71)	1062,5 (128,8) c	9,2 (0,96) b
N60	87,1 (2,08)	72,5 (3,86)	21,9 (0,46)	1796,9 (138,2) a	4,8 (1,92) c
N90	89,0 (2,67)	63,4 (5,58)	21,4 (1,44)	1453,1 (71,4) b	1,4 (0,57) d
sig.	ns	***	***	***	***

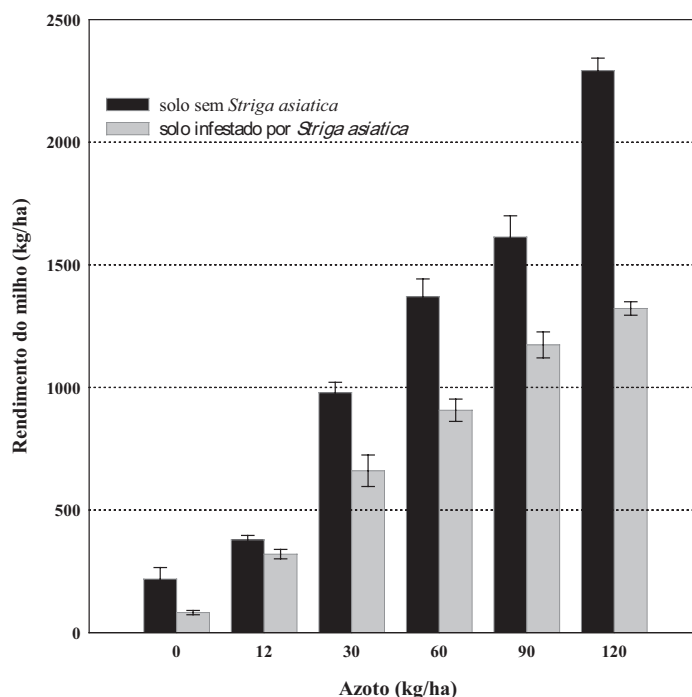


Figura 1 – Efeito da adubação azotada, ensaio de 2009, em solo infestando por *Striga asiatica* (23 ± 2 plantas m^{-2} , na testemunha, barras cinzentas) e na ausência total da parasita (barras a negro) no rendimento de *Zea mays* cv. 'SAM3'.

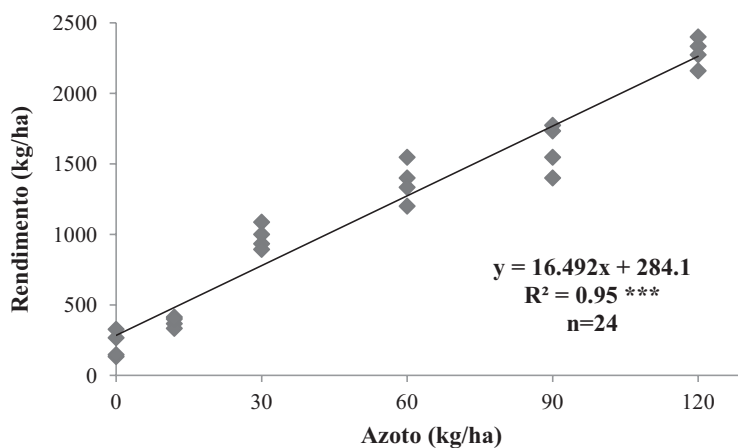


Figura 2 – Correlação entre a adição de azoto e o rendimento do milho na ausência de parasita.

O número de plantas de *Striga* por m^2 diminuiu com o aumento da dose de azoto (Quadro 2). Verificaram-se diferenças altamente significativas entre a testemunha, com cerca de 15 plantas m^{-2} e a dose de 90 $kg\ ha^{-1}$, à volta de 1 planta m^{-2} , e também se verificaram diferenças significativas entre as modalidades de azoto. Assim sendo, nove plantas m^{-2} foi a média para a dose de 30 $kg\ ha^{-1}$ de azoto e cerca de cinco plantas m^{-2} para 60 $kg\ ha^{-1}$ de azoto. Verificou-se uma correlação negativa (inversa) altamente significativa entre o número de espigas e o número de plantas de

S. asiatica por metro quadrado (Fig. 3). Estas diferenças tão significativas reforçam as recomendações que têm sido feitas em relação à aplicação de azoto na presença de infestações de *Striga* (Jacobs e Pearson, 1992; Lemcoff e Loomis, 1986; Mumera e Below, 1993; Kabambe *et al.*, 2007; Larsson, 2012).

No ensaio de 2009, a relação entre o número de plantas de *Striga* m^{-2} e a produção de grão por hectare ilustrada na Fig. 4, evidencia uma exponencial negativa altamente significativa, $P \leq 0,001$. A análise mostra que o efeito deletério da planta-parasita na

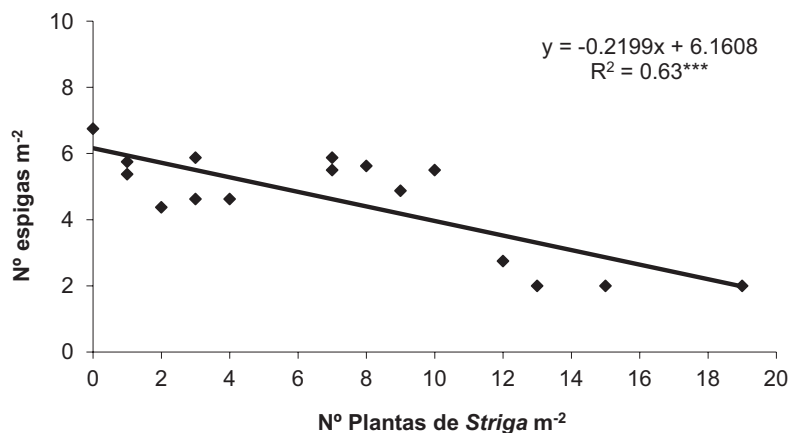


Figura 3 – Relação entre o número de plantas de *Striga* m⁻² e o número de espigas de milho por m⁻², observada no primeiro ensaio. *** $P \leq 0,001$.

produção do grão surge com menos de uma planta por metro quadrado. Esta observação sugere que um controlo mais eficaz da infestante na presença de adubações adequadas a cada situação ecológica poderia aumentar ainda mais a produtividade do milho.

De acordo com Gurney *et al.* (2000) se o parasitismo por *Striga* ocorrer cedo verificam-se efeitos severos na produtividade do milho. A *Striga* também influencia a fisiologia do hospedeiro implicando cariopses mais pequenas e menor acumulação de biomassa porque altera a distribuição de recursos e afeta a fotossíntese. Isto é, quer a densidade de infestação quer o teor de azoto no solo afetam o rendimento do milho.

Os resultados obtidos mostraram também o efeito altamente significativo no controlo da emergência da parasita pela adição de azoto (Fig. 4 e 5). O controlo da emergência da infestante aos aumentos de azoto foi do tipo logístico.

Na verdade, vários autores têm-se referido às adubações azotadas no controlo de *Striga* sp.. Drennan e El Hiweris (1979) afirmaram que a aplicação de azoto numa cultura infestada com *Striga* tinha dois efeitos. O primeiro era o aumento do crescimento da planta hospedeira e o segundo, ainda não muito bem explicado, o efeito deletério para a parasita.

Cardoso *et al.* (2011) referiram que a aplicação direta de fosfato pode reduzir a exsudação de strigolactona pelas raízes do hospedeiro, bem como a subsequente germinação e infestação de *Striga*.

No cômputo geral, estes resultados vão ao encontro dos que têm sido referidos por outros autores (Mumera e Below, 1993, 1996; Kim e Adetimirin, 1997); porém, com adubações mais equilibradas e completas (de N-P-K e micronutrientes) e aumento da matéria orgânica do solo, utilizando a mesma cultivar de milho (SAM3), poder-se-iam obter produções médias bem superiores.

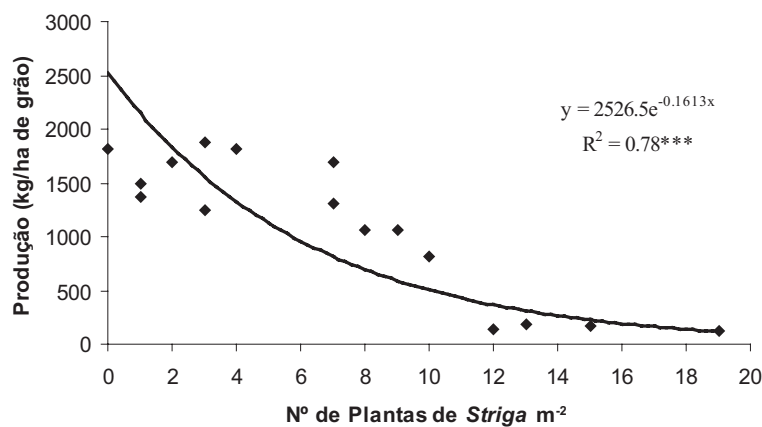


Figura 4 – Relação entre o número de plantas de *Striga* m⁻² e a produtividade do milho (*Zea mays* L. cv 'SAM3'), observada no segundo ensaio. *** $P \leq 0,001$.

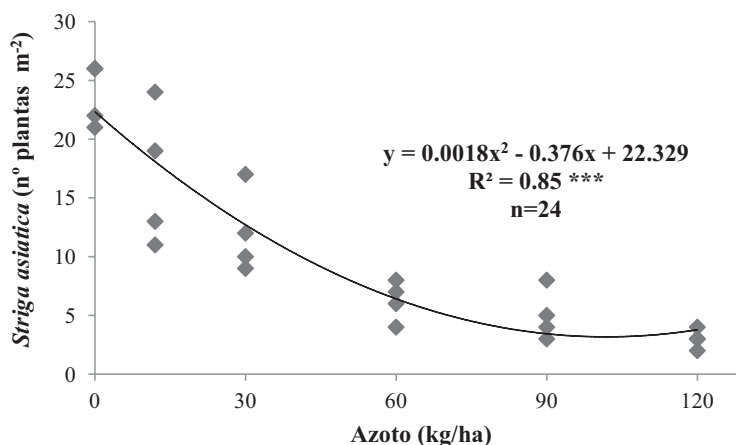


Figura 5 – Correlação entre a adição de azoto e a emergência da parasita *Striga asiatica*, observada no ensaio de 2009.



Figura 6 – Aspecto geral das modalidades testemunha (Nzero, esquerda) e N60 (direita).

Conclusões

Os resultados obtidos demonstram a importância da adição de azoto no aumento do rendimento do milho quer na ausência quer na presença da parasita *Striga asiatica*. Constatou-se que a combinação de uma adubação de fundo equilibrada, com a adição de azoto em cobertura afeta a emergência da planta parasita.

Referências bibliográficas

Abate, T.; Alene, A.D.; Bergvinson, D.; Shiferaw, B.; Silim, S.; Orr, A. e Asfaw, S. (2012) - Tropical grain legumes in Africa and South Asia: knowledge and opportunities. Nairobi, Kenya: International Crops Research Institute for the Semi-

-Arid Tropics. 112 pp. www.icrisat.org/tropical-legumesII.

Abunyewa, A.A e Padi, F.K. (2003) - Changes in soil fertility and *Striga hermonthica* prevalence associated with legume and cereal cultivation in the Sudan savannah zone of Ghana. *Land Degradation & Development*, vol. 14, n. 3, p. 335-343.

Atera, E.A.; Itoh, K. e Onyango, J.C. (2011) - Evaluation of ecologies and severity of *Striga* of *Striga* weed on rice in sub-Saharan Africa. *Agriculture and Biology Journal of North America*, vol. 2, n. 5, p. 752-760.

Atera, E.A.; Itoh, K.; Azuma, T. e Ishii, T. (2012) - Farmers' perception and constraints to the adoption of weed control options: the case of *Striga asiatica* in Malawi. *Journal of Agricultural Science*, vol. 4, n. 5, p. 41-50.

Atera, E.A.; Ishii, T.; Itoh, K.; Onyango, J.C. e Azuma, T. (2013) - *Striga* Infestation in Kenya: Sta-

- tus, Distribution and Management Options. *Sustainable Agriculture Research*, vol. 2, n. 2, p. 99-108.
- Badu-Apraku, B.; Akinwale, R.O. e Fakorede, M.A.B. (2010) - Selection of early maturing maize inbred lines for hybrid production using multiple traits under *Striga*-infested and *Striga*-free environments. *Maydica*, vol. 55, n. 1, p. 261-274.
- Barak, P.; Jobe, B.O.; Krueger, A.R.; Peterson, L.A. e Laird, D.A. (1997) - Effects of long-term soil acidification due to nitrogen inputs in Wisconsin. *Plant and Soil*, vol. 197, n. 1, p. 61-69.
- Berner, D.K.; Kling, J.G. e Singh, B.B. (1995) - *Striga* research and control - a perspective from Africa. *Plant Disease*, vol. 79, n. 7, p. 652-660.
- Berner, D.K.; Ikie, F.O. e Green, J.M. (1997) - ALS-inhibiting herbicide seed treatments control *Striga hermonthica* in ALS-modified corn (*Zea mays*). *Weed Technology*, vol. 11, n. 4, p. 704-707.
- Buckler, E.S. e Stevens, N.M. (2006) - Maize Origins, Domestication, and Selection. In: Motley, T.J.; Zerega, N. e Cross, H. (eds.) - *Darwin's Harvest* pp.67-90. NY Columbia University Press.
- Burtt-Davey, J. (1905) - Botanical notes: Witchweed. *Transvaal Agricultural Journal*, vol. 3, p. 130.
- Cardoso, C.; Ruyter-Spira, C. e Bouwmeester, H.J. (2011) - Strigolactones and root infestation by plant-parasitic *Striga*, *Orobanche* and *Phelipanche* spp. *Plant Science*, vol. 180, n. 3, p. 414-420.
- Cassman, K.G.; Dobermann A. e Walters D.T. (2002) - Agroecosystems, nitrogen use efficiency, and nitrogen management. *Ambio*, vol. 31, n. 2, p. 132-140.
- De Groote, H.; Rutto, E.; Odhiambo, G.; Kanampiu, F.; Khan, Z.; Coe, R. e Vanlauwe, B. (2010) - Participatory evaluation of integrated pest and soil fertility management options using ordered categorical data analysis. *Agricultural Systems*, vol. 103, n. 5, p. 233-244.
- Dovala, A.C., Monteiro, A., Tomás, A.A. e Moreira, I. (2006) - *Striga* na cultura do milho em Angola. Controlo da planta-parasita com adubações azotadas e com a consociação milho-*Desmodium* spp. In: Moreira I. (org.) *Angola. Agricultura, Recursos Naturais e Desenvolvimento Rural*. Vol. II, p. 141-160. ISAPress. Lisboa.
- Dovala, A.C. e Monteiro A. (2013) - Controlo químico de *Striga asiatica* por recurso a sementes revestidas de milhos híbridos resistentes ao imazapir. *Revista de Ciências Agrárias*, Vol. 36, n. 4, 466-474.
- Drennan, D.S.H. e El Hiweris, S.O. (1979) - Changes in growth regulating substances in *Sorghum vulgare* infected by *Striga hermonthica*. In: Raleigh RC, (ed.) - *Proceedings of the second symposium of parasitic weeds*. North Carolina State University, p. 144-155.
- Duflo, E.; Kremer, M. e Robinson, J. (2008) - How High Are Rates of Return to Fertilizer? Evidence from Field Experiments in Kenya. *American Economic Review*, vol. 98, n. 2, p. 482-488.
- Esilaba, A.O.; Reda, F.; Ransom, J.K.; Bayu, W.; Woldewahid, G. e Zemichael, B. (2000) - Integrated nutrient management strategies for soil fertility improvement and *Striga* control in northern Ethiopia. *African Crop Science Journal*, vol. 8, n. 4, p. 403-410.
- Farina, M.P.; Thomas P.E.L. e Channon P. (1985) - Nitrogen, phosphorus and potassium effects on the incidence of *Striga asiatica* (L.) Kutze in maize. *Weed Research*, vol. 25, n. 6, p. 443-447.
- Gacheru, E. e Rao, M.R. (2001) - Managing *Striga* infestation on maize using organic and inorganic nutrient sources in western Kenya. *International Journal Pest Management*, vol. 47, n. 3, p. 233-239.
- Gethi, J.G.; Smith, S.E.; Mitchell, S.E.; Kresovich, Esilaba, A.O.; Reda, F.; Ransom, J.K.; Bayu, W.; Woldewahid G. e Zemichael, B. (2000) - Integrated nutrient management strategies for soil fertility improvement and *Striga* control in northern Ethiopia. *African Crop Science Journal*, vol. 8, n. 4, p. 403-410.
- Gurney, A.L.; Adcock, M.; Scholess, J.D. e Press, M.C. (2000) - Physiological processes during *Striga* infestation in maize and sorghum. In: Haussmann, B.I.G.; Hess, D.E.; Koyama, M.L. (Eds.) - *Breeding for Striga resistance in cereals*. Proceedings of a workshop held at IITA, Ibadan, Nigeria, 18-20 August 1999, Margraf Verlag, Weikersheim, Germany, p. 3-17.
- Hassan, R.; Ransom, J.K. e Ojiem, J.O. (1995) - The spatial distribution and farmers strategies to control *Striga* in Corn: survey results from Kenya. In: Jewell, D.C., Waddington, S., Ransom, J.K., Pixely, K. (Eds.), *Proceedings of the fourth Eastern and Southern Africa Regional Corn Conference CIMMYT*, Harare, Zimbabwe, pp. 250-254.
- Hearne, S. J. (2009) - Control - the *Striga* conundrum. *Pest Management Science*, vol. 65, n. 5, p. 603 - 614.
- Henriques, I.C.F. (2008) - *Gestão de infestantes de culturas agrícolas em Angola. Casos de estudo - milho e batata na Província do Huambo*. Dissertação de Doutoramento em Engenharia Agronómica, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa. 224 p.
- Henriques, I.C.F.; Moreira, I. e Monteiro, A. (2010a) - Comportamento de cultivares de milho quanto ao rendimento e susceptibilidade a pragas e do-

- enças na província do Huambo (Angola). *Revista de Ciências Agrárias*, Vol. 33, n. 1, 245-254
- Henriques, I.C.F.; Moreira, I. e Monteiro, A. (2010b) - Efeito da fertilização azotada na cultura do milho na província do Huambo (Angola). *Revista de Ciências Agrárias*, Vol. 33, n. 1, 255-262.
- Ikpe, F.O.; Schulz, S.; Ogunyemi, S.; Emechebe, A.M. e Togun, A.O. (2007) - Influence of legume cropping patterns and organic/inorganic soil amendments on *Striga* seedbank and subsequent sorghum performance. *Advances in Environmental Biology*, vol. 1, n. 1, p. 11-19.
- Jacobs, B.C. e Pearson, C.J. (1992) - Pre-flowering growth and development of the inflorescences of maize. I. primordia production and apical dome volume. *J. Exp. Bot.*, vol. 43, n. 4, p. 557-563.
- Jamil, M.; Kanampiu, F.; Karaya, H.; Charnikhova T. e Bouwmeester, H. (2012) - *Striga hermonthica* parasitism in maize in response to soil fertility. *Field Crops Research*, vol. 134, n. 12, p. 1-10.
- Jones, C.A. (1985) - *C4 grasses and cereals: growth, development, and stress response*. John Wiley & Sons, Inc.; New York.
- Kabambe, V. H.; Kanampiu, F.; Nambuzi, S. C. e Kauwa, A. E. (2007) - Evaluation of the use of herbicide (Imazapyr) and fertilizer application in integrated management of *Striga asiatica* in maize in Malawi. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 2, n. 12, p. 687-691
- Kabambe, V.; Katunga, L.; Kapewa T. e Ngwira, A.R. (2008) - Screening legumes for integrated management of witchweeds (*Alectra vogelii* and *Striga asiatica*) in Malawi. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 3, n. 10, p. 708-715.
- Kim, S.K. e Adetimirin, V.O. (1997) - Responses of tolerant and susceptible maize hybrids to timing and rate of nitrogen under *Striga hermonthica* infestation. *Agronomy Journal*, vol. 89, n. 1, p. 38-44.
- Kim, S.K.; Lagoke, S.T.O. e The, C. (1997) - Observations on field infection by witch weed (*Striga* species) on maize in West and Central Africa. *International Journal of Pest Management*, vol. 43, n. 2, p. 113-121.
- Larsson, M. (2012) - *Soil fertility status and Striga hermonthica infestation relationship due to management practices in Western Kenya*. Master's Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Soil and Environment.
- Lemcoff, J.H. e Loomis, R.S. (1986) - Nitrogen influences on yield determination in maize. *Crop Science*, vol. 26, n. 5, p. 1017-1022.
- Lungu, O.I.M. e Dynoodt, R.F.P. (2008) - Acidification from Long-term Use of Urea and its Effect on Selected Soil Properties. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development*, vol. 8, n. 1, p. 63-76.
- Manyong, V.M.; Arega, A. D; Odhiambo, G.D.; Mig-nouna, H.D.; Bokanga, M.; Omany, G. e Nindi, S.J. (2008) - Livelihood Strategies of Resource-Poor Farmers in *Striga*-Infested Areas of Western Kenya. *African Association of Agricultural Economists* (AAAE). 2nd International Conference, August 20-22, 2007, Accra, Ghana.
- Mkhabela, M.S. e Pali-Shikhulu, J. (2001) - Response of maize (*Zea mays* L.) cultivars to different levels of nitrogen application in Swaziland. Seventh Eastern and Southern Africa Regional Maize Conference 11- 15 February, 2001. p. 377-381.
- Mumera, L.M. e Below, F.E. (1993) - Role of Nitrogen in Resistance of *Striga* Parasitism of Maize *Crop Science*, vol. 33, n.4, p. 758-763.
- Mumera, L.M. e Below, F.E. (1996) - Genotypic variation in resistance to *Striga* parasitism of maize. *Maydica*, vol. 41, n. 4, p. 255-262.
- Oswald, A. e Ransom, J.K. (2004) - Response of maize varieties to *Striga* infestation. *Crop Prot.*, vol. 23, n. 2, p. 89- 94.
- Oswald, A., Ransom, J.K., Kroschel, J. e Sauerborn, J. (2002) - Intercropping controls *Striga* in maize based farming systems. *Crop Prot.*, vol. 21, n. 5, p. 367-374.
- Parker, C. (1983) - *Striga*: analysis of past research and summary of the problem. In: Proceedings of the Second International Workshop on *Striga*, 5-8 Oct 1981, IDRC/ICRISAT, Ouagadougou, Burkina Faso. Patancheru, A.P. 502 324, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. p. 145-158
- Parker, C. (2009) - Observations on the current status of *Orobache* and *Striga* problems worldwide. *Pest Management Sci.*, vol. 65, n. 5, p. 453-459.
- Parker, C. (2012). Parasitic Weeds: A World Challenge. *Weed Science*, vol. 60, n. 2, p. 269-276.
- Pearson, H.H.W. (1913) - The problem of the witchweed. South African Department of Agriculture. *Agricultural Journal*, vol. 4, p. 34.
- Pieterse, A.H. e Pesch, C.J. (1983) - The witchweeds (*Striga* spp.) - a review. *Abstracts on Tropical Agriculture*, vol. 9, p. 9-34.
- Ransom, J.K.; Kanampiu, F.; Gressel, J.; De Groote, H.; Burnet, M. e Odhiambo, G. (2012) - Herbicide Applied to Imidazolinone Resistant-Maize Seed as a *Striga* Control Option for Small-Scale African Farmers. *Weed Science*, vol. 60, n. 2, p. 283 - 289.
- Reinhardt, C.F. e Tesfamichael, N. (2011) - Nitrogen in combination with *Desmodium intortum* effectively suppress *Striga asiatica* in a sorghum-*Desmo-*

- dium* intercropping system. *J. Agr. Rural Develop. Trop. Subtrop.* Vol. 112, n. 1, p. 19–28.
- Sanchez, P.A. e Jama, B.A. (2002) - Soil fertility replenishment takes off in East and Southern Africa. In: Vanlauwe, B. *et al.* (Eds.) - *Integrated Plant Nutrient Management in sub-Saharan Africa: From Concept to practise*. CABI, Wallingford, UK, p. 23-46.
- Sauerborn, J.; Muller-Stover, D. e Hershenhorn, J. (2007) - The role of biological control in managing parasitic weeds. *Crop Protection*, vol. 26, n. 3, p. 246–254.
- Sjögren, H., Shepherd, K.D. e Karlsson, A. (2010) - Effects of improved fallow with *Sebania sesban* on maize productivity and *Striga hermonthica* infestation in Western Kenya. *Journal of Forestry Research*, vol. 21, n. 3, p. 379-386.
- Timson, S.D. (1981) - Witchweed. Progress report and a warning. *Rhodesia Agricultural Journal*, vol. 28, p. 1101-1111.
- Veen, R.J. (2007) - Influence of organic and mineral fertilizers on growth, yield and yield quality of maize intercropped with soybeans. *Plant Nutrition Research*, vol. 7, n. 6, p. 701 - 707.
- Vetsch, J.A. e Randall G.W. (2004) - Corn production as affected by nitrogen application timing and tillage. *Agronomy J.*, vol. 96, n. 2, p. 502 – 509.